UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA DE ARQUITECTURA

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

INTEGRANTES:

HINOSTROZA AMBICHO, LETICIA (100%)

QUISPE SOTO, XIOMARA (100%)

MARTEL SOBRADO, SAID (100%)

CURSO:
SEMINARIO DE PATRIMONIO

DOCENTE:
ARQ. BARZOLA RENATO

HUÁNUCO - 2025

1. **Virtualizando el patrimonio cultural rupestre: El caso del sector “x” en toro muerto – Arequipa, Perú**

Diseño metodológico del estudio

Fase / Etapa	Acciones y Procedimientos Específicos	Herramientas / Recursos
1. Planificación y levantamiento inicial	- Selección del sector de estudio dentro del complejo de Toro Muerto. - Delimitación del área a registrar - Revisión bibliográfica y antecedentes del sitio. - Diseño del plan de trabajo para la captura de datos.	Revisión documental, imágenes satelitales, croquis de ubicación.
2. Registro fotogramétrico y escaneo	- Captura de imágenes fotográficas con drones para obtener vistas cenitales y oblicuas. - Registro de detalles de petroglifos con cámaras portátiles de alta resolución - Empleo de escaneo 3D (fotogrametría digital) para estructuras y soportes rocosos. - Verificación en campo de calidad de imágenes y corrección de ángulos.	Drones con cámara (≥20 MP).Cámaras DSLR.Software de control de vuelo.Equipos de escaneo fotogramétrico.
3. Procesamiento y virtualización	- Organización y clasificación de imágenes. - Procesamiento en software de fotogrametría para generar nubes de puntos, modelos digitales de elevación y modelos 3D texturizados. - Integración de los modelos en plataformas digitales. - Generación de productos de difusión y conservación virtual.	Software fotogramétrico (Agisoft Meta Shape, Pix4D).Computadoras de alto rendimiento.Servidores y bases de datos para almacenamiento.

Instrumentos de investigación científica

Instrumento	Finalidad	Indicadores observables	Tipo de técnica asociada
Matriz de análisis documental	Recolectar información sobre antecedentes, estudios previos y características del sitio arqueológico.	Existencia de planos previos, reportes académicos, publicaciones sobre Toro Muerto.	Revisión bibliográfica y documental.
Guía de observación estructurada	Registrar sistemáticamente los petroglifos y sus soportes rocosos durante el trabajo de campo.	Cantidad de petroglifos documentados, estado de conservación, ubicación, características visibles.	Observación directa en campo.
Registro fotográfico sistemático	Documentar visualmente los petroglifos y el entorno inmediato.	Calidad de imágenes (alta-media-baja), número de imágenes, cobertura del sitio.	Fotografía terrestre y aérea (con drones).
Software fotogramétrico (Agisoft, Pix4D)	Transformar imágenes en modelos 2D y 3D para el análisis.	Precisión de nubes de puntos, resolución de ortofotos, fidelidad de modelos 3D.	Procesamiento digital.
Ficha técnica de procesamiento	Organizar y validar los resultados de la fotogrametría y escaneo 3D.	Nube de puntos generada, DEM/DSM obtenidos, modelos 3D texturizados exportados.	Análisis de laboratorio digital.

2. Mejora de modelos 3D con imágenes espectrales para la reflectividad de superficies

Diseño metodológico del estudio

Fase / Etapa	Procedimientos específicos	Recursos / Herramientas
1. Selección y preparación del objeto	- Selección de un objeto biológico con superficie compleja (ej. mariposa *Papilio blumei*).	Especímenes biológicos (alas de mariposa).Equipo de soporte y montaje.

	- Preparación del objeto en condiciones controladas para evitar daños y garantizar estabilidad.	
2. Configuración experimental	- Preparación del sistema de iluminación para resaltar variaciones espectrales. - Configuración de cámaras y equipos macro-fotogramétricos. - Ajuste de parámetros para capturar microtexturas y efectos de iridiscencia.	Iluminación controlada.Cámaras de alta resolución.Sistemas macro-fotogramétricos.
3. Captura de imágenes espectrales y RGB	- Obtención de imágenes espectrales y convencionales desde múltiples ángulos. - Uso de técnicas como *focus stacking* para detalles finos. - Registro de cambios de color y reflectividad según inclinación y luz.	Cámaras espectrales.Cámaras RGB convencionales.Equipos de captura multiángulo.
4. Procesamiento fotogramétrico y espectral	- Alineación de imágenes mediante algoritmos SfM y MVS. - Integración de datos espectrales con modelos fotogramétricos. - Creación de nubes de puntos, mallas y texturizado con reflectividad mejorada.	Software: Agisoft Metashape, algoritmos SfM-MVS, SIFT, SURF .
5. Evaluación y validación	- Comparación de modelos RGB tradicionales vs. modelos espectrales. - Aplicación de métricas de alineación y precisión geométrica. - Uso de distancias métricas (ej. Hausdorff) para medir similitud entre modelos .	MATLAB u otro software de análisis.Algoritmos de registro y comparación (Hausdorff distance).

Instrumentos de investigación científica

Instrumento	Finalidad	Indicadores observables	Técnica asociada

Cámara espectral	Capturar información de reflectividad y variaciones espectrales de la superficie.	Rango espectral registrado, nitidez de bandas, detalle de texturas.	Fotografía espectral.
Cámara RGB de alta resolución	Obtener imágenes convencionales para comparación y referencia.	Resolución en píxeles, nivel de detalle, cobertura angular.	Fotografía digital.
Sistema de iluminación controlada	Destacar variaciones en color, textura e iridiscencia.	Intensidad y uniformidad de luz, reproducción de color.	Iluminación artificial calibrada.
Software fotogramétrico (Agisoft Metashape, SfM, MVS)	Reconstrucción 3D a partir de imágenes RGB y espectrales.	Densidad de nube de puntos, fidelidad geométrica, calidad de texturas.	Procesamiento digital.
Algoritmos de visión por computador (SIFT, SURF)	Detectar puntos característicos y alinear imágenes.	Precisión de correspondencia, porcentaje de coincidencias.	Procesamiento de imágenes.
Hausdorff distance y métricas de alineación	Evaluar similitud y precisión entre modelos 3D espectrales vs. RGB.	Valor de desviación media y máxima entre nubes de puntos.	Análisis cuantitativo.

3. De la fotogrametría a la realidad virtual: un marco para evaluar la fidelidad visual en inspecciones estructurales

Diseño metodológico del estudio

Fase / Etapa	Procedimientos específicos	Recursos / Herramientas
Fase I: Construcción del modelo VR	- Captura de imágenes mediante UAV (drones) de un puente real. - Procesamiento de imágenes con técnicas de fotogrametría (SfM-MVS) para generar modelos 3D.	UAV equipado con cámara de alta resolución.Software de fotogrametría (SfM-MVS).Blender para modelado 3D.Unity para entorno VR.

	- Integración del modelo en software de realidad virtual (Blender, Unity).	
Fase II: Evaluación de la fidelidad visual	- Configuración de cámaras en la estructura real y en el modelo VR para obtener imágenes comparables bajo las mismas condiciones. - Generación de imágenes renderizadas (modelo VR) y de referencia (ground truth, capturadas por UAV). - Registro y alineación de imágenes usando transformaciones geométricas y ajuste de histograma. - Creación de mapas de desviación (pixel a pixel) para identificar diferencias de fidelidad visual.	UAV (ground truth).Blender (imágenes renderizadas).MATLAB (registro de imágenes y mapas de desviación).Técnicas de comparación visual automatizada.

Instrumentos de investigación científica

Instrumento	Finalidad	Indicadores observables	Técnica asociada
UAV con cámara	Captura de imágenes reales de la estructura para establecer la "verdad de campo" (ground truth).	Resolución de imágenes, número de tomas, cobertura del área.	Observación directa y registro aéreo.
Modelo 3D fotogramétrico (SfM-MVS)	Reconstrucción tridimensional de la estructura.	Precisión geométrica del modelo, densidad de la nube de puntos, texturizado.	Procesamiento digital (fotogrametría).
Blender (renderizado)	Generar imágenes virtuales comparables al escenario real.	Calidad del render, parámetros de cámara, texturas aplicadas.	Modelado y simulación 3D.
Procedimiento de registro y alineación de imágenes (MATLAB)	Alinear las imágenes renderizadas con las de campo para comparación justa.	Grado de alineación (histogramas, transformación geométrica).	Procesamiento de imágenes.

Mapas de desviación (Deviation Maps)	Evaluar la fidelidad visual pixel a pixel entre modelo VR y realidad.	Intensidad de diferencias (0 = coincidencia, 255 = máxima diferencia).	Análisis cuantitativo de imágenes.

4. Fotogrametría, modelamiento tridimensional y drones en arqueología

Diseño metodológico del estudio

Fase / Etapa	Acciones y Pasos Específicos	Herramientas / Recursos
1. Planificación	- **Análisis preliminar del sitio:** uso de imágenes satelitales (Google Earth) para identificar ubicación, altitudes y entorno. - **Delimitación del polígono de vuelo:** que abarque todo el sitio y su contexto inmediato. - **Identificación de obstáculos:** torres, árboles, cables, edificaciones .- **Selección de dron y cámara:** según nivel de resolución requerido (≥20 MP). - **Definición de parámetros técnicos:** altura de vuelo (25–200 m según detalle), velocidad, orientación, punto de partida y acción al finalizar. - **Superposición (overlap):** al menos 75% frontal y lateral para asegurar redundancia de información.- **Logística y seguridad:** prever duración de baterías, condiciones climáticas y accesibilidad.	Programas de planificación de vuelo (DJI GS Pro u otros).Google Earth y mapas topográficos.Equipos de dron según requerimiento.

2. Registro	- **Verificación in situ:** ajuste del polígono y parámetros según condiciones reales. - **Captura de imágenes cenitales (mosaicos):** cámara perpendicular al terreno para obtener la visión plana y continua. - **Captura de imágenes oblicuas:** • **Coronas** (vuelos circulares en diferentes alturas para resaltar muros y montículos). • **Cinturones** (bandas horizontales a media altura para cubrir aspectos verticales) - **Cúpulas fotográficas:** cobertura semiesférica para registrar volúmenes completos. - **Registro de detalles arquitectónicos y decorativos:** con cámaras manuales en zonas inaccesibles para drones. - **Vuelos manuales:** aplicados en sitios con geometría irregular o riesgo de colisión.	Drones (DJI Phantom 4 RTK, Mavic 3, etc.) con cámaras ≥20 MP.Cámaras fotográficas portátiles (Sony RX100, Canon, etc.).Software de vuelo automático y manual.
3. Procesamiento	- **Organización y clasificación de imágenes:** cenitales, oblicuas y de detalle en carpetas. - **Carga en software fotogramétrico:** Agisoft Metashape, Pix4D Mapper. - **Generación de nube de puntos:** base inicial del modelo. - **Construcción de productos digitales:** • Modelos de elevación (DEM). • Modelos de superficie (DSM). • Ortofotos de alta resolución. • Modelos 3D texturizados. - **Corrección y optimización:** mejora de texturas, eliminación de errores y distorsiones. - **Exportación:** creación de planos, mapas y modelos 3D interactivos .- **Almacenamiento y respaldo:** copias múltiples en HDD/SSD para conservación a largo plazo.	Software fotogramétrico (Agisoft Metashape, Pix4D).Computadoras de alto rendimiento (CPU i9, GPU RTX, RAM 64–128 GB).Discos SSD/HDD de gran capacidad para almacenamiento y backups.

Instrumentos de investigación científica

Dimensión	Indicador	Técnica de recolección	Escala / Registro
Planificación	Delimitación del polígono de vuelo	Observación de documentación y plan de vuelo	Cumple / No cumple
	Definición de parámetros técnicos (altura, superposición, orientación)	Revisión de registros de planificación	Completo / Parcial / Incompleto
	Identificación de obstáculos y condiciones del entorno	Análisis del plan de vuelo y registros de campo	Sí / No
Registro	Captura de imágenes cenitales (mosaicos)	Observación de datos fotográficos	Número de imágenes / Calidad (alta-media-baja)
	Captura de imágenes oblicuas (coronas, cinturones)	Análisis de registros visuales	Sí / No / Parcial
	Registro de detalles arquitectónicos adicionales	Observación de fotografías complementarias	Sí / No
Procesamiento	Generación de nubes de puntos	Revisión de software (outputs)	Logrado / Parcial / No logrado
	Creación de ortofotos y modelos 3D	Análisis de productos finales	Calidad (alta-media-baja)
	Optimización y corrección de texturas	Observación en el software	Sí / No
	Exportación de productos finales (mapas, DEM, modelos 3D)	Verificación de archivos exportados	Sí / No

5. **Reconstrucción de la muralla virreinal de Lima: Análisis histórico, urbano y tecnológico mediante fotogrametría y GIS**

Diseño metodológico del estudio

6. **Fabricación y caracterización de cerámicas mediante impresión 3D DLP de bajo coste**

Diseño metodológico del estudio

Fase / Etapa	Procedimientos específicos	Recursos / Herramientas
1. Preparación de materiales	- Formulación de resinas fotosensibles con cargas de 25–60% en peso de alúmina, 3-YSZ y 8-YSZ. - Adición de fotoiniciadores y solventes orgánicos. - Homogeneización mediante agitación y molienda planetaria.	Polvos cerámicos (Al2O3, 3-YSZ, 8-YSZ).Resinas fotosensibles.Fotoiniciador.Molino planetario.
2. Impresión 3D DLP	- Modelado CAD de las piezas. - Conversión de modelos a archivos STL y G-code. - Impresión capa por capa con proyector DLP UV. - Ajuste de parámetros: grosor de capa (25–50 µm), tiempo de exposición, adhesión.	Software CAD (Autodesk Inventor).Impresora 3D DLP modificada.Proyector DLP (380 nm).Creation Workshop (software de control).
3. Post-procesado	- Lavado químico de piezas impresas para retirar resina no curada. - Secado a 60–140 °C para eliminar los solventes. - Sinterización a 1200–1500 °C (6h). - Tratamientos especiales (ej. reducción para 8-YSZ).	Estufas de secado.Hornillos de sinterización.Atmósferas controladas (Ar/H2).

4. Caracterización de materiales	- Análisis de fases cristalinas: XRD. - Análisis térmico: TGA/DSC. - Microestructura: SEM/EDS. - Análisis geométrico de precisión: fotogrametría y SfM. - Medición de densidad relativa y contracción.	Difractómetro XRD.Analizador TGA/DSC.Microscopio electrónico SEM-EDS.Cámara digital (Nikon D3200).Software fotogramétrico y SfM.

Instrumentos de investigación científica

Instrumento	Finalidad	Indicadores observables	Técnica asociada
Molino planetario (ball milling)	Homogeneizar resinas cargadas con cerámica.	Tiempo y velocidad de molienda, estabilidad de la suspensión.	Preparación de materiales.
Impresora 3D DLP modificada	Fabricación de cuerpos verdes cerámicos a bajo coste.	Resolución XY (≈45 µm), grosor de capa (25–50 µm), fidelidad al modelo CAD.	Impresión aditiva.
Hornos de sinterización	Consolidar las piezas impresas eliminando solventes y aumentando la densidad.	Temperatura de sinterización, tiempo, atmósfera.	Sinterización.
Difractómetro de rayos X (XRD)	Identificar fases cristalinas y cambios estructurales.	Picos de difracción, fases presentes, estabilidad estructural.	Difracción de rayos X.
Analizador TGA/DSC	Estudiar descomposición térmica y comportamiento al calor.	Temperaturas de pérdida de masa, picos endotérmicos/exotérmicos.	Análisis térmico.

Microscopio electrónico de barrido (SEM/EDS)	Observar microestructura y composición química.	Tamaño de grano, porosidad, distribución de fases.	Microscopía electrónica.
Sistema de fotogrametría + SfM	Evaluar exactitud geométrica del proceso de impresión.	Deformaciones entre modelo CAD y objeto impreso, paralelismo de capas.	Reconstrucción 3D.